

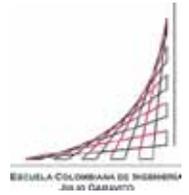


# Iluminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

# Iluminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



## INTRODUCCIÓN

La iluminación correcta del ambiente industrial permite al hombre, en condiciones óptimas de confort visual, realizar su trabajo de manera más segura y productiva. Por lo cual debe ser tenida en cuenta en el diseño del proyecto técnico de la empresa, así como en el servicio de mantenimiento.

La capacidad de nuestros ojos de adaptarse a condiciones deficientes de iluminación nos ha llevado a restar importancia a esta variable, a pesar que más del 80% de la información que reciben las personas es visual.

La vista dispone de dos mecanismos básicos denominados acomodación y adaptación; mientras que la acomodación permite enfocar la vista en un punto específico según la distancia, de acuerdo con el interés y la necesidad del operario, la adaptación hace posible ajustar la sensibilidad de la vista al nivel de iluminación existente.

El punto débil de la visión aparece cuando se hace necesario observar pequeños detalles muy cercanos con un nivel de iluminación bajo; en estas circunstancias se incrementan los errores, y surgen la fatiga visual y mental, por lo que es explicable que para tareas visuales con esas características se busquen soluciones tales como incrementar el nivel de iluminación y/o el tamaño de los detalles.

En este laboratorio se analizará un lugar de trabajo con el fin de proponer alternativas que mejoren las condiciones labores. Sin embargo, estas solo se plantearan si el lugar de trabajo requiere mejoras, es decir, si el operario esta en condiciones en las cuales no es ideal trabajar.

## OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

Los objetivos que persigue la correcta realización de esta práctica son:

- Conocer y manejar los conceptos básicos de iluminación y ver como son aplicados en el ejercicio profesional de un Ingeniero Industrial.
- Aprender a manejar y entender el funcionamiento del LUXÓMETRO para la toma de medidas instantáneas de iluminación.
- Utilizar las mediciones realizadas para evaluar los niveles de iluminación en cada una de las áreas analizadas.
- Identificar sitios de iluminación inadecuada y generar recomendaciones que ayuden a disminuir la fatiga visual.

## INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Para evitar lesiones y accidentes durante la práctica o daños en los instrumentos utilizados, es necesario que los estudiantes tengan en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Mantener mangas y cabello recogidos, evitar el uso de manillas o cualquier elemento que implique riesgo dentro de la realización de la práctica.
- Utilizar los elementos de protección personal que sean requeridos en cada una de las áreas a evaluar.
- Al realizar las medidas, se debe tener especial cuidado al aproximar las manos y el dispositivo de medición a maquinarias en movimiento, posibles fuentes de energía, elementos a altas temperaturas o fuentes de riesgo para el analista y el equipo.
- Manejar el equipo de medición según sea el procedimiento indicado para evitar averías en el mismo y generar buenas mediciones.
- Buscar interferir lo menos posible con el personal que se encuentre laborando en los puestos de trabajo que se están evaluando, para evitar generar fuentes de distracción o variaciones en las condiciones normales de trabajo

## MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan de manera general, los aspectos más importantes que se deben tener presentes para realizar la práctica.

**Flujo luminoso:** cantidad de luz emitida por una fuente luminosa. su unidad es el lumen.

**Intensidad Luminosa:** Se define como la cantidad de flujo luminoso, propagándose en una dirección dada, que atraviesa o incide sobre una superficie por unidad de ángulo sólido. Su unidad es la candela (cd).

**Iluminación o iluminancia:** Flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad es el lux.

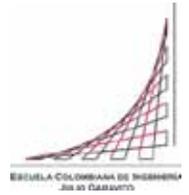
1 Lux = 1 lumen x metro cuadrado.

1 Lux = 0.093 pie-candelas (pie).

$$\text{Iluminancia} = \frac{\text{Intensidad}}{(\text{Distancia})^2}$$

# Iluminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



## MARCO TEÓRICO

**Rendimiento luminoso:** mide la cantidad de energía que se transforma en luz en relación con la energía total consumida. Su unidad es el lumen por watts (lm/w).

**Luminancia:** cantidad de luz que incide en una superficie y que es reflejada. Esta propiedad permite que los objetos sean visibles al ojo, debido a las transformaciones por absorción de los mismos, proporcionando una percepción de brillo. La unidad básica de la luminancia o brillo es el pie-lambert.

1 Pie – Lambert = 3.43 Candelas por metro cuadrado.

**Reflectancia:** Se define como la relación entre el flujo luminoso reflejado (luminancia) y el flujo luminoso incidente (iluminancia).

$$\text{Reflectancia} = \frac{\text{Luminancia}}{\text{Iluminancia}}$$

**Reflexividad:** Es el porcentaje de la luz o flujo luminoso incidente que es reflejado por una superficie.

**Relación entre Reflexividad (r), Luminancia (b) e Iluminación (e)**

$$r = (b / e) * 100$$

**Visibilidad:** definida como la claridad con la que los seres humanos pueden ver. Sus factores críticos son:

• **Angulo Visual:** Es el ángulo subtendido al nivel de los ojos por el objeto. Este se define en arco minutos (1/60 grados), para objetos pequeños como:

$$\text{Angulo visual (arc min)} = 3438 * \frac{h}{d}$$

h = Altura del objeto  
d = Distancia del objeto al ojo

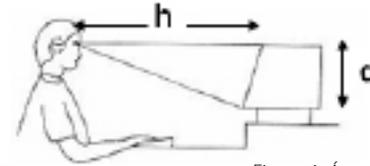


Figura 1. Ángulo Visual

**Contraste:** Se define como la diferencia en luminancia entre el objeto observado y el fondo.

$$\text{Contraste} = \frac{L_{\text{máx}} - L_{\text{mín}}}{L_{\text{máx}}}$$

L = Luminancia

Es decir, el contraste se relaciona con la diferencia entre las luminancias máxima y mínima del objeto y el fondo.

**Importancia de los colores:** los colores juegan un papel importante en las reflexividades. Los colores también tienen una significación psicológica y emocional. A continuación se presenta una tabla que muestra las reflexividades de los colores o acabados más usados:

Color o Acabado	% de Luz Reflejada	Color o Acabado	% de Luz Reflejada
Blanco	85	Gris Oscuro	30
Crema Claro	75	Rojo Oscuro	13
Gris Claro	75	Café Oscuro	10
Amarillo Claro	75	Azul Oscuro	8
Verde Claro	65	Verde Oscuro	7
Azul Claro	65	Madera Medio	63
Amarillo Medio	65	Madera satinada	34
Gris Medio	55	Concreto	55
Verde Medio	52	Cartón	30
Azul Medio	35	Negro	5

Fuente: Niebel, Benjamin W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. 11ª Edición. Alfaomega. Pág. 235.

TABLA 1. Reflexividad de los Colores.

## LA VISIÓN HUMANA

El ojo constituye el órgano fisiológico mediante el cual se experimentan las sensaciones de luz y de color, recibiendo la energía luminosa que es conducida al cerebro mediante el nervio óptico. El ojo actúa semejante a una cámara fotográfica conectada a un computador.

### Partes del ojo humano

A continuación se presentarán las partes más importantes del ojo humano. (Ver Figura No. 2)

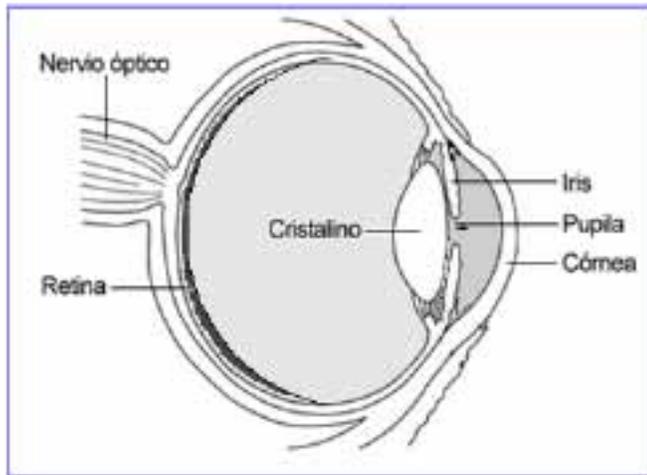


Figura 2. Partes del Ojo Humano.

**Córnea:** Es la encargada de proteger al ojo, junto con los párpados, pestañas y cejas.

**Iris:** Actúa como diafragma regulador, dilatándose o contrayéndose para controlar la cantidad necesaria de luz.

**Pupila:** por ella pasa la luz a un cuerpo transparente y elástico.

**Cristalino:** Es de material blando y permite al agrandar o reducir su curvatura, enfocar con precisión la imagen.

**Retina:** Es una capa sensible a la luz que ocupa el 60% de la superficie esférica interna. Esta constituida por una membrana fotosensible, donde las imágenes energéticas transportadas por la luz se convierten en señales de pequeños impulsos electroquímicos que conducidas por el nervio óptico son transmitidas a la parte posterior del cerebro para su interpretación significativa.

En el cerebro es donde se efectúa el "procesamiento de datos" recibidos, y se construyen las señales formando imágenes identificables con el mundo exterior, completándose aquí el acto de la visión.

**Nervio Óptico:** conduce al cerebro las imágenes, mediante fibras nerviosas denominadas conos o bastoncillos que son los que realmente transforman la energía luminosa en sensaciones o energía nerviosa, siendo los bastoncillos sensibles a la luz y los conos sensibles al color.

### Características de la visión humana

Las ondas electromagnéticas que son emitidas o reflejadas por un cuerpo y que son percibidas por el ojo humano como LUZ, son aquellas que se encuentran entre longitudes de onda que van desde 380 nm hasta 780 nm.

La visión humana puede clasificarse básicamente en tres tipos:

- **Visión Fotópica** (Diurna): Permite la percepción de luz y color. En este tipo de visión la máxima sensibilidad se produce para las longitudes de onda alrededor de los 555 nm, la cual corresponde al color amarillo-limón.
- **Visión Escotópica** (Nocturna): Permite la percepción de las diferencias de luminosidad pero no de los colores, ya que en niveles de luz bajos los mecanismos de percepción de color del ojo humano (conos de la retina), permanecen inactivos.
- **Visión Mesotópica** (Intermedia): Conocida como de "Compromiso". Es la que se encuentra entre las dos anteriores.

Los anteriores aspectos, toman importancia al diseñar sistemas de iluminación, sobre todo en trabajos o áreas de trabajo muy especiales (señalización marítima, aérea, trabajos con material fotosensible).

### Percepción visual

La percepción visual tiene lugar cuando: (Ver Figura No. 3)

1. El objeto físico emite o refleja radiaciones luminosas.
2. Las radiaciones luminosas penetran el globo ocular a través de la pupila, que es controlada por el iris. Hasta llegar a la retina.
3. Luego las ondas luminosas son captadas por los conos y bastoncillos.
4. Los estímulos luminosos producen en la retina del observador una proyección óptica invertida del objeto. El tamaño de la proyección óptica varía según sea la distancia entre el objeto y el observador. La forma de la proyección óptica varía con el cambio de la inclinación del objeto respecto al observador.
5. La energía electromagnética que incide sobre los conos y bastoncillos es transformada en impulsos nerviosos que llegan hasta el nervio óptico.
6. Por último la información llega al cerebro en donde es interpretada.

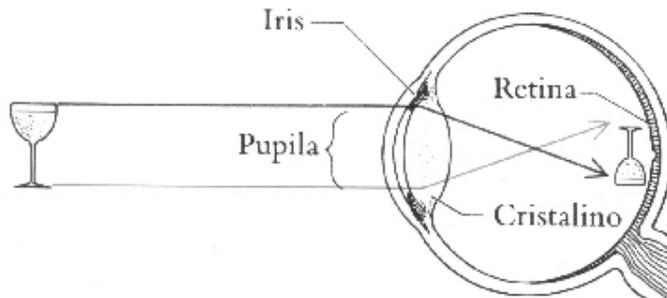


Figura 3. Percepción Visual

En la percepción visual intervienen varios aspectos como:

- **Acomodación Visual:** Es la capacidad que tiene el ojo (cristalino) de ajustarse automáticamente a las diferentes distancias de los objetos, obteniendo así una imagen nítida en la retina.
- **Adaptación Visual:** Proceso por el cual el ojo se adapta a diferentes niveles de luminosidad. Para ello la pupila adapta su tamaño al nivel de iluminación existente. La duración de adaptación a la luz depende de varios factores, pero lo más significativo es la adaptación de cambios de niveles bajos a niveles altos de iluminación, la cual se realiza en poco tiempo; al contrario, cuando se hace de niveles altos a niveles bajos toma mayor tiempo de adaptación.
- **Agudeza Visual:** Es la capacidad de percibir y discriminar visualmente los detalles más pequeños. Este factor disminuye significativamente con la edad (presbicia) y aumenta con la iluminación.
- **Campo Visual:** El campo visual del hombre está limitado a un ángulo de unos 180° en el plano horizontal y unos 130° en el plano vertical, 60° por encima del plano que pasa por los ojos y 70° por debajo de dicho plano.
- **Brillo:** Constituye un factor de visibilidad y depende de la intensidad de luz que recibe y de la proporción de luz que es reflejada.
- **Contraste:** Permite disminuir el esfuerzo visual. Se puede aumentar con la iluminación.
- **Tiempo:** El proceso visual requiere de tiempo, de forma que el ojo pueda ver pequeños detalles, incluso con bajos niveles de iluminación si se le da tiempo suficiente. El aumento de luz facilita una rápida visión.

### FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN

Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de alteraciones de agudeza visual o cansancio visual:

- **Edad:** Hay que tener en cuenta que el nivel de agudeza visual se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.
- **Nivel de Iluminancia:** Su importancia es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de Iluminancia y las alteraciones de agudeza visual, la carencia o excesiva presencia de Iluminación se puede ocasionar deficiencias visuales.
- **Susceptibilidad Individual:** Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.
- **Tiempo de Exposición:** Se considera desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición, y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de Iluminación determinado.
- **Tipo de Iluminación:** Influye en cuanto a sus características, siendo de tipo Natural y/o Artificial. Conociéndose que la luz natural produce un menor cansancio visual y una apreciación de los colores en su valor exacto. Aunque el hecho de ser variable requiere que sea complementada con luz artificial. La determinación de los sistemas de Iluminación, es quizá uno de los aspectos que está más ligado a la arquitectura industrial, siendo por esto uno de los factores más difícilmente modificables o adaptables.

**NOTA:** En la iluminación artificial, se debe tener en cuenta: tipos de lámparas y luminarias a instalarse según las áreas, rendimiento de las lámparas, costos de energía, duración y color.

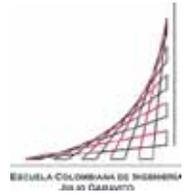
### EFFECTOS DE LA MALA ILUMINACIÓN EN LA SALUD DE LAS PERSONAS

Aunque la Iluminación tiende a crear un ambiente de confort en el interior de los locales, la luz como agente físico puede producir los siguientes efectos:

- **Pérdidas de Agudeza Visual:** Como consecuencia de un esfuerzo en percepción visual que exige la tarea.
- **Fatiga Ocular:** Como efecto de un confinamiento del hombre en recintos con iluminación inadecuada.
- **Deslumbramiento:** Debido a contrastes en el campo visual o a brillos excesivos de fuentes luminosas
- **El Rendimiento Visual:** Se ve afectado por falta de uniformidad en la iluminación, generando fatiga del sistema nervioso central.
- **Fatiga Muscular:** Al mantener posturas inapropiadas para poder alterar la distancia de trabajo respecto al plano en el cual se desarrolla la labor.

# Iluminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



- Otros riesgos a considerar son:
- Los Efectos Radiantes
- Los Efectos Caloríficos.
- Al utilizar lámparas fluorescentes, se producen efectos estroboscópicos y de centelleo, generando incomodidad en la persona y creando así un riesgo potencial.

## CRITERIOS DE VALORACIÓN

Se tomarán como referencia, los niveles recomendados por la guía técnica del ICONTEC GT-08 "Principios de Ergonomía Visual, Iluminación para ambientes de Trabajo en Espacios Cerrados". En la Tabla No. 2 se presentan los niveles de iluminación referidos a los requisitos visuales según el tipo de tarea. Para cada tarea se determinan intervalos de tres valores de iluminancia, interpretados de la siguiente manera:

• **La Valoración Máxima**, se aplicará cuando la labor a realizar presenta condiciones donde la productividad y la exactitud de la tarea se considera de gran importancia, o cuando la capacidad visual de la persona así lo requiere.

• **La Valoración Mínima**, se usará para comparar los valores obtenidos en sitios donde la velocidad y exactitud de trabajo no son importantes, o las labores que allí se realizan son ocasionales.

• **La Valoración Media o Recomendada**: se aplica para labores de trabajo normal y condiciones no muy exigentes o cuando la persona o personas que se encuentran en el área de trabajo no reportan malestar o disconfort con las condiciones halladas.

TIPO DE AREA, TAREA O ACTIVIDAD	INTERVALOS DE ILUMINANCIA (Lux)		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Circulación exteriores y áreas de trabajo general	20	30	50
Áreas uso no continuo a propósitos de trabajo	100	150	200
Tareas con requisitos visuales simples	200	300	500
Tareas con requisitos visuales medianos	300	500	750
Tareas con requisitos visuales exigentes	500	750	1.000
Tareas con requisitos visuales difíciles	700	1.000	1.500
Tareas con requisitos visuales especiales	1.000	1.500	2.000
Realización de tareas visuales muy exactas	Más de 2.000		

Tabla 2. Niveles Recomendados de Iluminancia.

En la Tabla No. 3, se presentan los criterios de valoración, que permiten una comparación cualitativa de los niveles

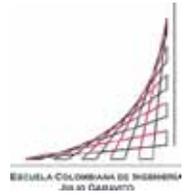
encontrados, con el grado de peligrosidad que se puede generar por dicha exposición.

GRADO	% DEL VALOR REQUERIDO	CALIFICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN
Cansancio visual	Mayor a 105	EXCESIVA
No produce patología	90 – 105	ADECUADA
No produce patología pero no es óptimo	60 – 89	ACEPTABLE
Produce patología a mediano o largo plazo	30 - 59	DEFICIENTE
Modificación Urgente	0 - 29	MUY DEFICIENTE

Tabla 3. Criterios de Valoración.

# Illuminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



## SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

A continuación se presentan los diferentes sistemas de iluminación.

### Clasificación según fuentes:

#### Natural:

La fuente más importante es el sol. Es un aspecto que va ligado a la arquitectura industrial, y por lo tanto, es uno de los factores más difíciles de modificar o adaptar.

#### Artificial:

Se basa fundamentalmente en la generación controlada de la luz, aprovechando algunos fenómenos de termoradiación y luminiscencia que pueden lograrse dentro de las unidades de iluminación conocidas como lámparas.

A continuación se presenta una tabla con las principales fuentes de luz artificial y se enuncian algunas de sus características. (Ver Tabla No. 4)

Tipo	Eficiencia (Lm/W)	Rendimiento de Color	Especificaciones
Incandescente	17-23	Bueno	Es el más utilizado, pero es el menos eficiente. El costo de la lámpara es bajo. La vida útil de la lámpara es menos de un año.
Fluorescente	50-80	De aceptable a Bueno	La eficiencia y el rendimiento de color varían considerablemente con el tipo de lámpara. Con lámparas y balastos de alta eficiencia es posible reducir el consumo de energía.
De Mercurio	50-55	De muy deficiente a Aceptable	Tienen una larga vida útil (entre 9 y 12 años), pero su eficiencia decrece con el tiempo.
De Haluro Metálico	80-90	De aceptable a Moderado	El rendimiento del color es adecuado para muchas aplicaciones. Normalmente la vida útil es de 1 a 3 años.
De sodio de alta presión	85-125	Aceptable	Es muy eficiente. Su vida útil es de 3 a 6 años en promedio, con tiempos de encendidos de 12 horas por día.
De sodio de baja presión	100-180	Deficiente	Es la más eficiente. Tiene una vida útil de 4 a 5 años con un promedio de encendido de 12 horas al día. Se emplea generalmente para el alumbrado de carreteras y grandes extensiones de tierra.

Tabla 4. Tipos de Fuentes de luz Artificial y sus Características.

## Tipos de Luminarias

Los tipos de luminarias más comunes para montaje de techo son (Ver Figura No. 5):

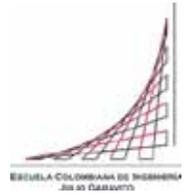
- a y c: Luz hacia abajo.
- b y d: Luz difusa.
- e: Lugares húmedos.
- f: Nave alta,
- g: Nave baja.



Figura 4. Luminarias para montaje de techo.

# Illuminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



El tipo de lámpara y luminaria a instalar depende del lugar a iluminar y de la tarea a desarrollar. Por lo que es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Luminancia y distribución luminosa.
- Rendimiento y duración de la lámpara.
- Índice de reproductividad cromática.

- Características especiales de funcionamiento (tiempos de encendido y reencendido, posición de funcionamiento, generación de efectos estroboscópicos, etc.).

## Ámbitos de Uso

En la siguiente tabla se muestran las elecciones más comunes de lámparas dependiendo el lugar de ubicación y tarea que se desarrolla allí.

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incandescente.</li> <li>• Fluorescente.</li> <li>• Halógenas de baja potencia.</li> <li>• Fluorescentes compactas.</li> </ul>
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alumbrado general: fluorescentes.</li> <li>• Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión.</li> </ul>
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incandescentes.</li> <li>• Halógenas.</li> <li>• Fluorescentes.</li> <li>• Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos.</li> </ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los tipos.</li> <li>• Luminarias situadas a baja altura (&lt;6 m): fluorescentes.</li> <li>• Luminarias situadas a gran altura (&gt;6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores.</li> <li>• Alumbrado localizado: incandescentes.</li> </ul>
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes.</li> <li>• Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión.</li> </ul>

Tabla 6. Tipos de lámparas más utilizadas, según el uso.

## Clasificación según función

El tipo de alumbrado se puede clasificar en distintos grupos según su función y ubicación con respecto a las áreas de trabajo.

- **Alumbrado General:** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.
- **Alumbrado General Localizado:** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo.
- **Alumbrado Localizado:** es utilizado cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

- **Alumbrado Combinado:** es la combinación de alumbrados anteriores.

- **Individual:** es utilizado cuando se requiere iluminar una tarea específica.

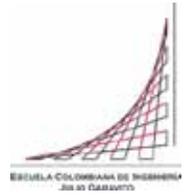
- **Alumbrados Especiales:** emergencia, señalización, reemplazamiento en atmósferas especiales, decorativo, efectos especiales (germicidas, etc.)

Los sistemas de iluminación general se clasifican según el porcentaje de luz total emitida arriba y debajo del plano horizontal que pasa por la lámpara. (Ver Figura No. 5).

Cuando los sistemas de iluminación general no son suficientes se puede contar con luminarias suplementarias, que se caracterizan por:

# Iluminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



<b>Directa</b>	0-10% 90-100%	<b>Semi directa</b>	10-40% 60-90%
<b>General difusa</b>	40-60% 40-60%	<b>Directa-indirecta</b>	40-60% 40-60%
<b>Semi indirecta</b>	60-90% 10-40%	<b>Indirecta</b>	90-100% 0-10%

- Luminaria para prevenir reflejos y reflexiones que velan la visión, la luz reflejada no coincide con el ángulo de visión.
- La luz reflejada coincide con el ángulo de visión.
- Luz de ángulo bajo para resaltar las irregularidades de la superficie.
- La fuente y el patrón de la superficie se reflejan hacia el ojo.
- Iluminación traslucida desde una fuente difusa.

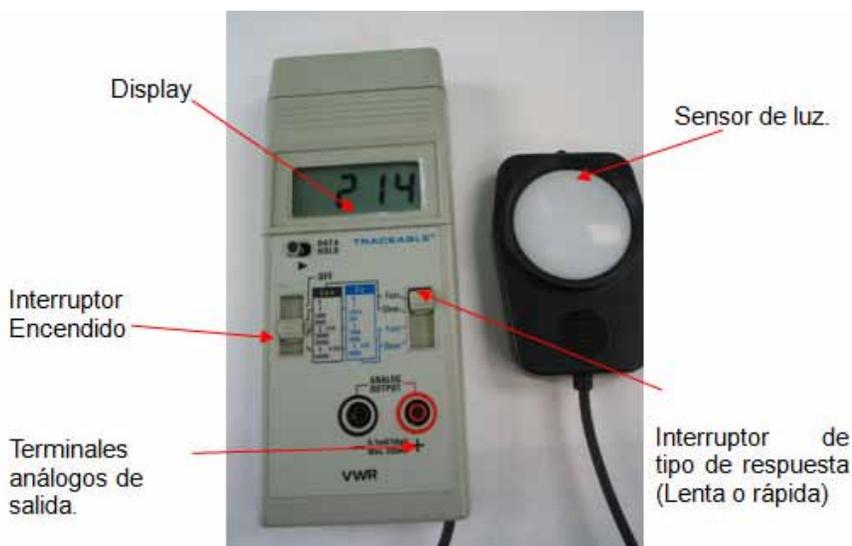
## FUNCIONAMIENTO Y PUESTA A PUNTO DEL LUXOMETRO

Los Luxómetros que se utilizarán para realizar esta práctica son Luxómetros digitales marca VWR Scientific Traceable 62344-944. Sus principales características son:  
Características del luxómetro

- Rangos:  
Lux : Pie  
0 a 1999 Lux  
2000 a 19990 Lux  
20000 a 50000 Lux.
- Candela :  
0 a 199.9  
200 a 1999  
2000 a 5000

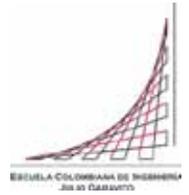
- Resolución:  
1 Lux (0 a 1999 Lux).  
10 Lux (2000 a 19990 Lux).  
100 Lux (20000 a 50000 Lux).  
0.1 Pie Candela (200 a 1999 Fc).  
1 Pie Candela (200 a 1999 Fc).  
10 Pie Candela (2000 a 5000 Fc).

- Partes del Luxómetro: (Ver Figura No. 5).



# Iluminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



## Puesta a punto del luxómetro

Para realizar la puesta a punto del Luxómetro se sugiere que se sigan los siguientes pasos:

- Accionar el Interruptor de encendido.
- Colocar el Interruptor tipo de respuesta en la posición adecuada; para la práctica utilizar Fast en la escala de Luxes.
- Colocar el sensor de luz en el lugar donde se quiera realizar la medición.
- Ver lectura en el Display. Si indica un 1, es porque se está fuera del rango, por lo cual se debe buscar la escala adecuada con el mismo Interruptor de encendido.

## PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

A continuación se explicará de manera detallada los pasos que se tienen que realizar para llevar a cabo con éxito esta práctica:

1. Conocer las medidas de seguridad que esta práctica exige.
2. Determinar los puestos de trabajo a evaluar y los horarios de trabajo en la que esta función se desarrolla.
3. Realizar la puesta a punto del Luxómetro.
4. Ubicar el Luxómetro sobre tres puntos diferentes de la superficie de trabajo o lo más cerca posible de esta y durante 2 minutos tomar la mayor cantidad de lecturas arrojadas por el aparato de medición en cada una de las tres ubicaciones.
5. Establecer en cada puesto de trabajo evaluado, las características del local, las fuentes de luz y las características de las lámparas allí utilizadas:

- Dimensiones del local.
- Número de lámparas y luminarias.
- Potencia en Watt de las lámparas.
- Estado de conservación de las luminarias y el local.
- Colores de piso, paredes y techo.
- Características de reflexión y contraste de las superficies de trabajo evaluadas.
- Tipo de actividad desarrollada en cada puesto de trabajo evaluado.
- Hora en que fue tomada la medición.
- Características del día en que se hace la evaluación.
- Aportes de luz de las diferentes fuentes utilizadas.

(Realizar estas anotaciones en la casilla observaciones del formato de recolección de datos y hacer el gráfico en el espacio destinado para este).

6. Realizar un bosquejo del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador y los lugares donde se efectuaron las medidas.

7. Determinar el número de personas expuestas al nivel de iluminación medido.

8. Repetir los pasos 3 a 7 en otros puestos de trabajo. (El informe debe tener mínimo el estudio de 4 áreas diferentes).

## GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

Una vez realizadas las medidas se llegarán a tablas de resultados como esta:

Lectura.	Iluminación Encontrada (Lux)
1	320
2	325
3	330
4	328
5	324
6	350
7	345
8	330
9	328
10	348
11	338
12	345
13	329
14	330
15	342
16	328
17	323
18	346
19	349
20	339

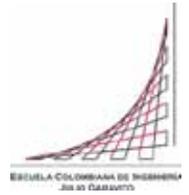
Se deberán calcular la media y la desviación estándar para evaluar que tan buenos son los datos obtenidos.

Si la desviación estándar es menor al 5% de la media de los datos, se puede utilizar el valor de la media como medida de la iluminación encontrada en el lugar de trabajo.

Si la relación porcentual entre la media y la desviación no se cumple se deberá evaluar posibles fuentes de error como datos atípicos y eliminarlos. Si el problema persiste los datos pueden estar mal tomados o indicar que en una misma área de trabajo las condiciones de iluminación varían de manera drástica, situación en la cual sería necesario subdividir el área y realizar un análisis separado.

# Iluminación

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Para el ejemplo se tiene que:

Media = 334,85 lux

Desviación estándar = 9,820896089 lux

5% de la media = 16,7425 lux. (La condición se cumple por lo que la media se puede emplear como valor representativo del estudio).

Con este valor calculado se deberá realizar el siguiente análisis.

- Definir el tipo de labor que se realiza en el área de trabajo y los requerimientos de iluminación para la misma. (Ver Tabla No. 6).
  - Determinar la diferencia porcentual entre el valor medido y el recomendado.
  - Realizar la valoración cualitativa de la iluminación basados en la Figura No. 5.
  - Dependiendo de la clasificación de Iluminación obtenida, proponer recomendaciones con base a los conceptos aprendido en la monitoria o la investigación sugerida.
- \* Realizar el mismo análisis para los diferentes puestos de trabajo evaluados.

## BIBLIOGRAFÍA

- MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. BOMBARDO BARRAU, Enrique. Ergonomía 1. Fundamentos. Alfaomega – UPC. México. 2000.
- CHINER DASI, Mercedes – DIEGO MAS, J. Antonio – MARZAL ALCAIDE, Jorge. Laboratorio de Ergonomía. Editorial Alfaomega – Universidad Politécnica de Valencia. México. 2004.
- MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. GONZALES DE PEDRO, Oscar. FERNANDEZ GOMEZ, Miguel. Ergonomía 4. El Trabajo en Oficinas. Alfaomega – UPC. México. 2002.
- CORTÉS DIAZ, José Maria. Seguridad e Higiene del trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos de Trabajo. Tercera Edición. Alfaomega. México. 2002.
- NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. 11ª Edición. Alfaomega. México. 1996.
- <http://centros5.pntic.mec.es/ies.arquitecto.peridis/percep/pvisport.html>